

RANCANG BANGUN RANGKA MOBIL LISTRIK GARNESA

Ryan Anggriawan Dwi Putra

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: ryan_fruzzzy78@yahoo.com

Saiful Anwar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: saifulan2000@yahoo.com

ABSTRAK

Rangka mempunyai peranan yang sangat vital khususnya sebagai bagian yang paling dasar dari kendaraan yang berfungsi sebagai penopang, terutama pada mobil listrik GARNESA, pada bagian-bagian pada mobil listrik yang ada kegunaan dari komponen-komponen tersendiri. Untuk melakukan pengujian kekuatan las kampuh, perlu diperhitungkan secara matang-matang dan pengujian yang sesuai peraturan dikarenakan supaya menghindari kurangnya perlindungan keselamatan bagi mengemudi dan kestabilan mobil. Tujuan rancang bangun ini adalah untuk mengetahui beban maksimal dan kekuatan las kampuh pada rangka mobil listrik GARNESA. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Obyek penelitian adalah rangka mobil listrik GARNESA yang sudah melewati perakitan dan pengelasan dan analisis data menggunakan deskriptif kualitatif. Hasil yang didapat dalam penelitian ini adalah dapat diketahui rancang bangun rangka pada mobil listrik GARNESA dan beban maksimal pada setiap bagian rangka mobil listrik GARNESA memiliki beban maksimal tersendiri dan hasilnya tidak selalu sama antara bagian-bagian rangka. Sedangkan pada kekuatan las kampuh, rangka mobil listrik GARNESA memiliki beban maksimal tampung sebesar 5.751 kg sehingga pada rangka ini sudah dapat menampung beban dari pengemudi, baterai, motor, kemudi, ataupun roda.

Kata Kunci : Rangka mobil listrik GARNESA, Kompetisi Mobil Listrik Indonesia

ABSTRACT

Frame Order to have a very vital role in particular as the most basic part of the vehicle that serves as the support, especially in the electric car GARNESA, on parts of the electric car is no purpose of its own components. To perform the test weld seam strength. need to be carefully taken into account and the appropriate testing regulations in order to avoid the lack of protection due to the driving safety and stability of the car. The design objective is to determine the maximum load and strength weld seam on the frame. GARNESA electric cars. This type of research is experimental research. Object of study is the order of electric cars that have passed GARNESA pengelasan dan assembly and data analysis using descriptive qualitative. The results obtained in this study is known to design the framework of the electric car GARNESA and the maximum load on any part of the framework GARNESA electric car has its own maximum load and the results are not always the same between the parts order. While the weld seam strength, order of electric cars GARNESA has a maximum load capacity of 5,751 kg so that the order has been able to accommodate the load of the driver, battery, motors, steering wheel, or wheels.

Keywords: electric car frame GARNESA, Indonesia Electric Car Competition

PENDAHULUAN

Berawal dari sebuah keinginan untuk membuat mobil listrik ini yang berbasis *research* yang nanti hasilnya akan dilombakan di ajang Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI), maka penelitian ini mengusulkan desain rangka pada mobil listrik GARNESA desain yang diusulkan dirancang sesuai dengan peraturan kompetisi, ataupun juga metode pengelasan yang tepat pada desain rangka ini adalah salah satu bagian penting dalam pembuatan mobil listrik GARNESA.

Pada rangka mobil listrik GARNESA, sering sekali ditemui berbagai permasalahan yang dihadapi, contoh permasalahan yang dihadapi adalah sering ditemui permasalahan semacam kurang presisinya rangka GARNESA ini dikarenakan pada saat pembentukan

kerangka, pengelasan atau penyambungan pipa besi kurang kuat dalam menerima beban tumpuan yang berasal dari beban pengemudi, motor, dan baterai. Selain itu pada pemilihan bahan pipa besi lingkaran dan kotak juga mempengaruhi dalam kekuatan rangka, karena kekuatan antara pipa besi kotak dengan lingkaran sangat berbeda.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui beban maksimal, kekuatan las sudut, dan berat kosong dari Mobil Listrik GARNESA.

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu alat penelitian dan wadah kreatifitas bagi Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya

METODE

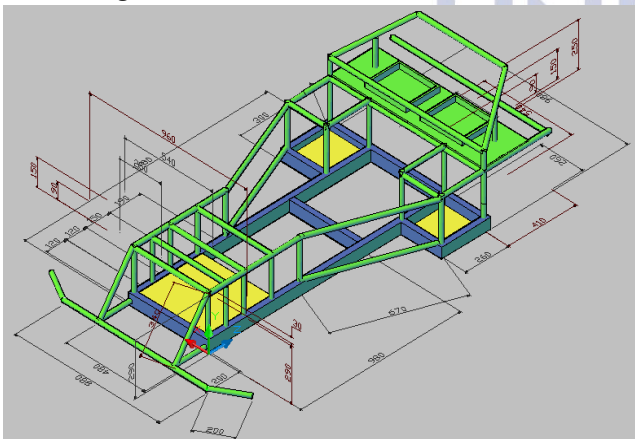
Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan penelitian

Desain Rangka

Berikut merupakan desain rangka mobil listrik GARNESA yang diusulkan dalam penelitian ini
Desain rangka mobil listrik GARNESA



Gambar 2. Desain rangka mobil listrik GARNESA

Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- Persiapan :
 - Persiapan 4 buah timbangan

- Pemeriksaan kondisi dari timbangan seperti keakuratan dari timbangan, kekuatan timbangan dalam menerima beban yang berasal dari beban mobil tersebut.
- Pemeriksaan dari mobil listrik tersebut
- Pengujian :
 - Siapkan keempat timbangan ke masing-masing roda mobil listrik
 - Dorong mobil tersebut hingga tepat diatas timbangan tersebut
 - Setelah mobil tersebut tepat berada diatas timbangan, lakukan prosedur pencatatan yang cermat hasil dari berat pada keempat timbangan tersebut.
 - Lakukan penjumlahan total berat dari mobil tersebut yang berasal dari keempat timbangan tersebut.
 - Melakukan (mengulang) percobaan langkah a – d untuk mendapatkan *data* yang *valid*.
- Akhir pengujian
 - Mobil diturunkan dari keempat timbangan.
 - Mengambil keempat timbangan tersebut.
 - Mengembalikan keempat timbangan tersebut

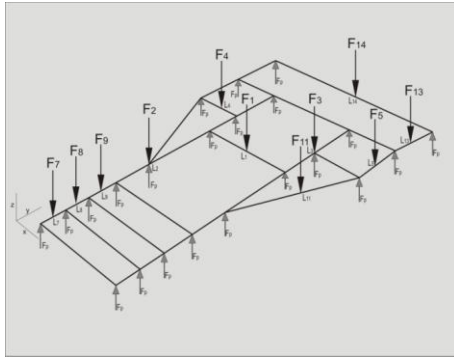
Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu obyek, suatu kondisi, suatu pemikiran ataupun kelas peristiwa masa sekarang. Tujuan dari metode deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat atau hubungan antar fenomena yang diselidiki. Hal ini dilakukan untuk memberikan gambaran daya tahan rangka terhadap gaya bengkokan. Data yang dihasilkan kemudian ditabulasikan dan digrafikkan. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan, yang pada intinya sebagai upaya mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Analisis Hasil Pengujian Tahanan Beban Maksimal

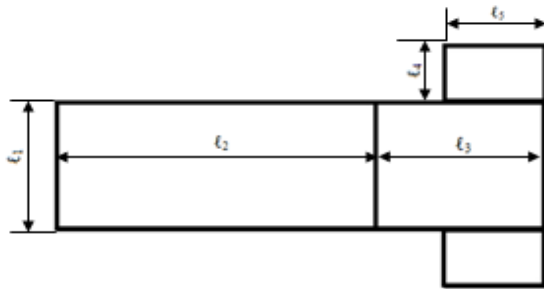
Pengujian kekuatan rangka bertujuan untuk mengetahui titik maksimal yang dapat ditahan oleh rangka tersebut yang apabila dibebani dengan pengemudi ataupun yang lain. Dari rumusan masalah telah di dapat pembahasan mengenai momen tahanan dan beban maksimal yang diterima pada rangka mobil listrik GARNESA.



Gambar 3. Distribusi beban

Momen tahanan dan beban maksimal dibagi menjadi 3, yaitu sebagai berikut:

Data Analisis Momen Tahanan/Bengkokan dan Beban Maksimal Pada Rangka Bagian Dasar



Gambar 4. Skema rangka dasar mobil listrik GARNESA

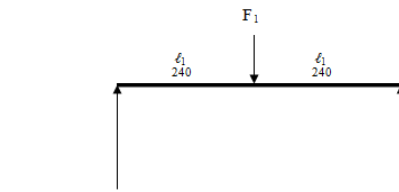
Keterangan :

- Bahan : Besi Kotak $b = 30 \text{ mm}$, $h = 60 \text{ mm}$
- ST 36 $\Rightarrow$ Tegangan tarik putus $\delta t = 36 \text{ kg/mm}^2$
- Panjang (ℓ) : $\ell_1 = 480 \text{ mm}$, $\ell_2 = 980 \text{ mm}$, $\ell_3 = 500 \text{ mm}$, $\ell_4 = 260 \text{ mm}$, $\ell_5 = 300 \text{ mm}$
- Titik terberat terletak pada titik tengah benda ($L/2$)

Pembahasan :

- Momen Tahanan (W_b) = $\frac{1}{6} (b^2 h)$ (1)
 $= \frac{1}{6} ((30 \text{ mm})^2 \times 60 \text{ mm}) = \frac{1}{6} (54.000) = 9.000 \text{ mm}^3$
- (Maka momen tahanan sama di setiap bagian rangka dasar, karena menggunakan bahan yang sama pula yaitu besi kotak ukuran 30x60)
- Momen bengkok (M_b) = $W_b \times \delta t = 9.000 \text{ mm}^3 \times 36 \text{ kg/mm}^2 = 32400.0 \text{ kg.mm}$ (2)
- (Tegangan sama di setiap bagian rangka dasar, karena mempunyai spesifikasi yang sama pula yaitu menggunakan besi ST 36)
- $M_b = F \times \ell \Rightarrow F = \frac{M_b}{\ell} = \frac{L}{2}$ (3)

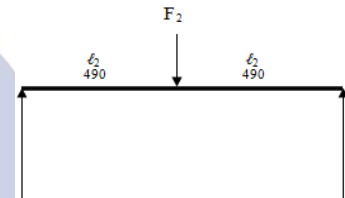
Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_1 pada Gambar 4

Gambar 5 . Titik potong ℓ_1 pada rangka dasar GARNESA

$$L = \frac{\ell_1}{2} = \frac{480}{2} = 240 \text{ mm}$$

$$F_1 = \frac{M_b}{\ell_1} = \frac{324.000 \text{ kg.mm}}{240 \text{ mm}} = 1350 \text{ kg}$$

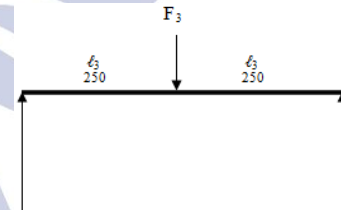
Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_2 pada Gambar 4

Gambar 6. Titik berat potongan ℓ_2 pada rangka dasar GARNESA

$$L = \frac{\ell_2}{2} = \frac{980}{2} = 490 \text{ mm}$$

$$F_2 = \frac{M_b}{\ell_2} = \frac{324.000 \text{ kg.mm}}{490 \text{ mm}} = 661,2 \text{ kg}$$

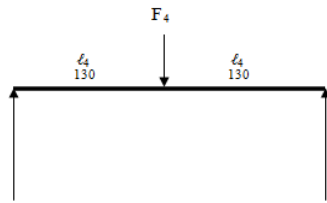
Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_3 pada Gambar 4

Gambar 7. Titik berat potongan ℓ_3 pada rangka dasar GARNESA

$$L = \frac{\ell_3}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ mm}$$

$$F_3 = \frac{M_b}{\ell_3} = \frac{324.000 \text{ kg.mm}}{250 \text{ mm}} = 1296 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_4 pada Gambar 4

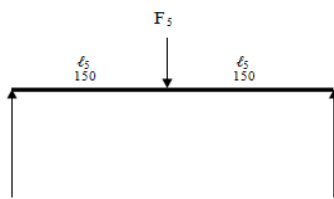


Gambar 8. Titik berat potongan ℓ_4 pada rangka dasar GARNESA

$$L = \frac{\ell_4}{2} = \frac{260}{2} = 130 \text{ mm}$$

$$F_4 = \frac{M_b}{\ell_4} = \frac{324.000 \text{ kg.mm}}{130 \text{ mm}} = 2492,3 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_5 pada Gambar 4

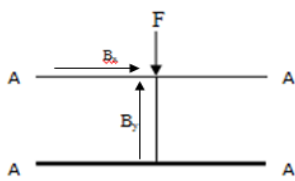


Gambar 9. Titik berat potongan ℓ_5 pada rangka dasar GARNESA

$$L = \frac{\ell_5}{2} = \frac{300}{2} = 150 \text{ mm}$$

$$F_5 = \frac{M_b}{\ell_5} = \frac{324.000 \text{ kg.mm}}{150 \text{ mm}} = 2160 \text{ kg}$$

Data Analisis Momen Bungkukan/Tahanan Dan Beban Maksimal Pada Rangka Bagian Penyangga



Gambar 10. Titik berat potongan rangka penyangga pada rangka GARNESA

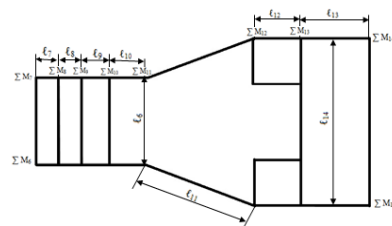
Pembahasan :

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (A)} &= 0,785 \times (d_o^2 - d_i^2) \quad (4) \\ &= 0,785 \times (20^2 - 16^2) \\ &= 0,785 (400 - 256) \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Mak (F}_{\text{massa}}) &= F = A \times \delta_t \quad (5) \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \times 36 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 4069,44 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 \quad B_y = 0 \quad \sum M = 0 \quad (6) \\ (F_y \times 210 \text{ mm}) + (B_y \times 0) - (B_x \times 210 \text{ mm}) &= 0 \\ 4069,44 \times 210 + (0 \times 0) - (B_x \times 210) &= 0 \\ 854582,4 + 0 - (B_x \times 210) &= 0 \\ B_x &= -4069,44/210 \\ &= 4069,44 \text{ kg} \end{aligned}$$

Data Analisis Momen Tahanan/Bungkukan dan Beban Maksimal Pada Rangka Bagian Atas



Gambar 11. Skema rangka atas Mobil Listrik GARNESA

Pembahasan :

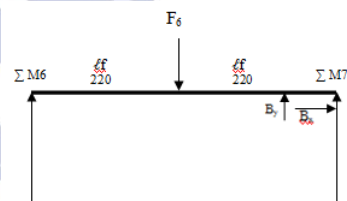
$$\begin{aligned} \bullet \text{ Momen Tahanan (W}_b) &= 0,1 \left[\frac{d_o^4 - d_i^4}{d_o} \right] \quad (7) \\ &= 0,1 \left[\frac{20^4 - 16^4}{20 \text{ mm}} \right] \\ &= 0,1 \left[\frac{160 \text{ mm}^4 - 65536 \text{ mm}^4}{20 \text{ mm}} \right] \\ &= 0,1 \left[\frac{94464 \text{ mm}^4}{20 \text{ mm}} \right] = 472,32 \end{aligned}$$

Momen Tahanan akan sama pada setiap bagian rangka atas, dikarenakan bahan yang dipergunakan menggunakan bahan yang sama, yaitu besi tabung dengan ukuran diameter 20 mm)

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Momen bungkuk (M}_b) &= W_b \times \delta_t = 472,32 \text{ mm}^3 \times 36 \text{ kg/mm}^2 = 17003,52 \text{ kg.mm} \\ (\text{Tegangan akan sama disetiap bagian rangka atas, dikarenakan pada rangka bagian atas, mempunyai spesifikasi yang sama yaitu menggunakan besi ST 36}) \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ M}_b = F \times \ell \Rightarrow \frac{M_b}{\ell} = \frac{F}{2}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_6 pada Gambar 11



Gambar 12. Titik berat potongan ℓ_6 pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_6}{2} = \frac{440}{2} = 220 \text{ mm}$$

$$F_6 = \frac{M_6}{\ell_6} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{220 \text{ mm}} = 77,29 \text{ kg}$$

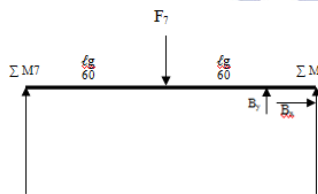
$$\sum F_6 = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_6 \quad \sum M_6 = 0$$

$$-(F_6 \times \ell_6) + (B_y \times \ell_6) = 0$$

$$(77,29 \times 220) B_y \times 220 \Rightarrow B_y = \frac{77,29 \times 220}{220}$$

$$= 77,29 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_7 pada Gambar 11



Gambar 13. Titik berat potongan ℓ_7 pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_7}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$F_7 = \frac{M_6}{\ell_7} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{60 \text{ mm}} = 283,4 \text{ kg}$$

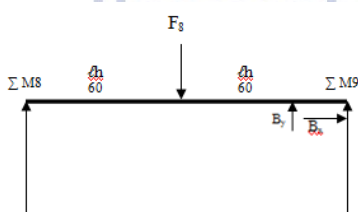
$$\sum F_7 = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_7 \quad \sum M_7 = 0$$

$$-(F_7 \times \ell_7) + (B_y \times \ell_7) = 0$$

$$(283,4 \times 60) B_y \times 60 \Rightarrow B_y = \frac{283,4 \times 60}{60}$$

$$= 283,4 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_8 pada Gambar 11



Gambar 14 Titik berat potongan ℓ_8 pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_3}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$F_3 = \frac{M_6}{\ell_3} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{60 \text{ mm}} = 283,4 \text{ kg}$$

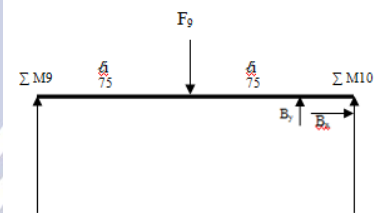
$$\sum F_3 = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_3 \quad \sum M_3 = 0$$

$$-(F_3 \times \ell_3) + (B_y \times \ell_3) = 0$$

$$(283,4 \times 60) B_y \times 60 \Rightarrow B_y = \frac{283,4 \times 60}{60}$$

$$= 283,4 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_9 pada Gambar 11



Gambar 15. Titik berat potongan ℓ_9 pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_9}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mm}$$

$$F_9 = \frac{M_6}{\ell_9} = \frac{170,04 \text{ kg.mm}}{75 \text{ mm}} = 226,4 \text{ kg}$$

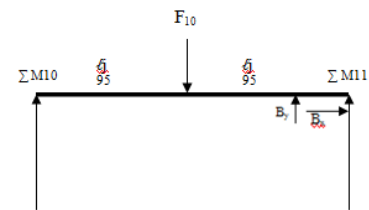
$$\sum F_9 = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_9 \quad \sum M_9 = 0$$

$$-(F_9 \times \ell_9) + (B_y \times \ell_9) = 0$$

$$(226,4 \times 75) B_y \times 75 \Rightarrow B_y = \frac{226,4 \times 75}{75}$$

$$= 226,4 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_{10} pada Gambar 11



Gambar 16. Titik berat potongan ℓ_{10} pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_{10}}{2} = \frac{190}{2} = 95 \text{ mm}$$

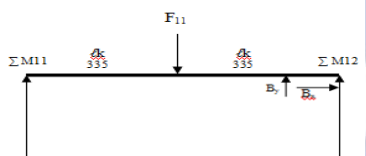
$$F_{10} = \frac{M_b}{\ell_{10}} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{95 \text{ mm}} = 178,9 \text{ kg}$$

$$\sum F_{10} = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_{10} \quad \sum M_{10} = 0$$

$$-(F_{10} \times \ell_{10}) + (B_y \times \ell_{10}) = 0$$

$$(178,9 \times 95) B_y 95 \Rightarrow B_y = \frac{178,9 \times 95}{95} = 178,9 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_{11} pada Gambar 11



Gambar 17. Titik berat potongan ℓ_{11} pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_{11}}{2} = \frac{670}{2} = 335 \text{ mm}$$

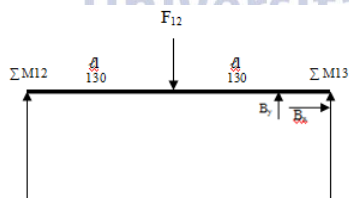
$$F_{11} = \frac{M_b}{\ell_{11}} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{335 \text{ mm}} = 50,7 \text{ kg}$$

$$\sum F_{11} = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_{11} \quad \sum M_{11} = 0$$

$$-(F_{11} \times \ell_{11}) + (B_y \times \ell_{11}) = 0$$

$$(50,7 \times 335) B_y 335 \Rightarrow B_y = \frac{50,7 \times 335}{335} = 50,7 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_{12} pada Gambar 11



Gambar 18. Titik berat potongan ℓ_{12} pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_{12}}{2} = \frac{260}{2} = 130 \text{ mm}$$

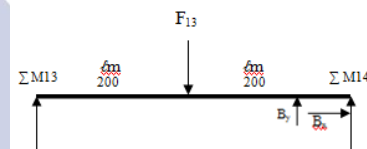
$$F_{12} = \frac{M_b}{\ell_{12}} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{130 \text{ mm}} = 13,8 \text{ kg}$$

$$\sum F_{12} = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_{12} \quad \sum M_{12} = 0$$

$$-(F_{12} \times \ell_{12}) + (B_y \times \ell_{12}) = 0$$

$$(13,8 \times 130) B_y 130 \Rightarrow B_y = \frac{13,8 \times 130}{130} = 13,8 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_{13} pada Gambar 11



Gambar 19. Titik berat potongan ℓ_{13} pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_{13}}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ mm}$$

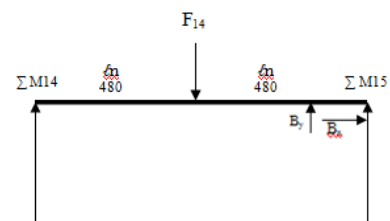
$$F_{13} = \frac{M_b}{\ell_{13}} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{200 \text{ mm}} = 85 \text{ kg}$$

$$\sum F_{13} = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_{13} \quad \sum M_{13} = 0$$

$$-(F_{13} \times \ell_{13}) + (B_y \times \ell_{13}) = 0$$

$$(85 \times 200) B_y 200 \Rightarrow B_y = \frac{85 \times 200}{200} = 85 \text{ kg}$$

Beban Maksimum yang diterima potongan ℓ_{14} pada Gambar 11



Gambar 20. Titik berat potongan ℓ_{14} pada rangka atas GARNESA

$$L = \frac{\ell_{14}}{2} = \frac{960}{2} = 480 \text{ mm}$$

$$F_{14} = \frac{M_2}{\ell_{14}} = \frac{17004 \text{ kg.mm}}{480 \text{ mm}} = 35,4 \text{ kg}$$

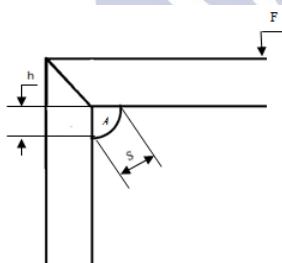
$$\sum F_{14} = 0 \quad B_x = 0 \quad F_x = F_{14} \quad \sum M_{14} = 0$$

$$-(F_{14} \times \ell_{14}) + (B_y \times \ell_{14}) = 0$$

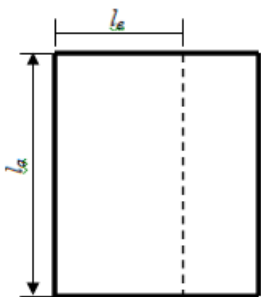
$$(35,4 \times 480) B_y \times 480 \Rightarrow B_y = \frac{35,4 \times 480}{480} = 35,4 \text{ kg}$$

Data Analisis Kekuatan Las Sudut

Pada saat akan mulai pembentukan rangka, kekuatan pada pengelasan sangat penting guna menjamin kekuatan dalam menompang komponen-komponen seperti menahan berat dari aki, pengemudi dan juga menahan dalam getaran yang berasal dari media jalan yang tidak rata.



Gambar 21. Kekuatan las sudut tampak atas



Gambar 22. Kekuatan las sudut tampak depan

Diketahui : $h = 5 \text{ mm}$

$s = 7 \text{ mm}$

$l_e = 60 \text{ mm}$

Ditanya : Beban/gaya maksimum (F)?

Luasan yang dilas (A)?

$$l_e = l_o - 3h = ?$$

Penyelesaian :

$$l_e = l_o - 3h$$

$$60 - 3(s)$$

$$= 60 - 15(s)$$

(8)

$$A = h \times l_e = 5 \times 45 = 225 \text{ mm}^2$$

$$F \leq 0,71 \times \delta_t \times A$$

$$0,71 \times 36 \text{ kg/mm}^2 \times 225 \text{ mm}^2$$

$$F \leq 5.751 \text{ kg}$$

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan rancang bangun, pengujian dan analisis data, maka dapat diambil kesimpulan yang sebagai berikut:

- Pada rangka bagian dasar, ada beberapa bagian dari rangka yang dapat menahan momen bengkokan secara maksimal. Berikut adalah tabel tiap potongan rangka yang dapat ditahannya:

Tabel 1. Momen maksimal yang dapat ditahan rangka bawah

Potongan rangka	Beban maksimal yang dapat ditahan
ℓ_1	1.350 kg
ℓ_2	661,2 kg
ℓ_3	1.296 kg
ℓ_4	2.492,3 kg
ℓ_5	2.160 kg

- Pada rangka bagian penyangga dapat menahan momen bengkokan sebesar 4.069,44 kg
- Pada rangka bagian atas, ada beberapa bagian dari rangka yang dapat menahan momen bengkokan secara maksimal. Berikut adalah tabel tiap potongan rangka yang dapat ditahannya:

Tabel 2. Momen maksimal yang dapat ditahan rangka atas

Potongan rangka	Beban maksimal yang dapat ditahan
ℓ_6	77,29 kg
ℓ_7	283,4 kg
ℓ_8	283,4 kg
ℓ_9	226,4 kg
ℓ_{10}	178,9 kg
ℓ_{11}	50,7 kg
ℓ_{12}	13,8 kg
ℓ_{13}	85 kg
ℓ_{14}	35,4 kg

- Pada kekuatan las sudut, Beban maksimum yang dapat ditahan oleh las sudut adalah sebesar 5.751 kg.
- Berat kosong pada mobil listrik GARNESA tanpa motor, baterai, penumpang, jok, dan kemudi adalah sebesar 161,3 kg
- Berat keseluruhan tanpa penumpang dari mobil listrik GARNESA dengan menggunakan motor, baterai, jok dan kemudi adalah sebesar 201.9 kg

Saran

Untuk lebih sempurna Tugas Akhir ini maka disarankan agar:

- Kemampuan tahanan las pada rangka mobil listrik GARNESA masih perlu dilakukan percobaan lebih lanjut
- Pada saat melakukan pengelasan, jangan sampai menggunakan *ampere* yang terlalu tinggi, dikarenakan penggunaan *ampere* yang terlalu tinggi akan berakibat hasil pengelasan akan menjadi buruk, bahkan akan dapat merusak material yang akan dilas.
- Periksa bahan material sebelum dilakukan pengelasan, langkah ini dimaksudkan agar pada saat sudah melakukan pengelasan tidak ada terjadinya rangka yang bengkok, karena apabila ditemukan kebengkokan pada rangka, akan mengakibatkan ketidakseimbangan dalam melakukan manuver ataupun pada saat melaju dengan kecepatan tinggi.
- Hasil rancang bangun rangka pada mobil listrik GARNESA ini terbukti cukup efektif untuk pengujian kekuatan las kampuh, sehingga dapat digunakan untuk berlaga di Kompetisi Mobil Listrik Indonesia. Dan juga dapat digunakan sebagai media penelitian rangka di Laboratorium Mekatronika Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNESA.

DAFTAR PUSTAKA

Drs. Ir. SUPADI Hs.M.Pd (2007) Buku Ajar Elemen Mesin I. Surabaya : P4 Universitas Negeri Surabaya.

Ferdinand, B. P., & Russell, Johnston, E.Jr., (1987) *Mekanika untuk insinyur : STATIKA*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.

<http://erik-firman.blogspot.com/2012/06/pemindah-daya-dan-chasischasis-danbody.html>.
Diakses 18 Oktober 2012

http://www.autozine.org/technical_school/chassis/tech_c_hassis.htm, Diakses 18 Oktober 2012

<http://www.masonandmasoninsurance.com/our-services/construction/the-toolbox/>
Diakses 1 Desember 2012

<http://www.freewebs.com/rekacipta/alatantangan.htm>
Diakses 1 Desember 2012

<http://archive.kaskus.co.id/thread/1575125/1160>
Diakses 1 Desember 2012

<http://investigasiberita.blogspot.com/2011/12/palu-menghancurkan-kaca-tapi-palu-juga.html#.UMiIp9INvL8>
Diakses 1 Desember 2012

<http://alatkerja.com/power-tools/makita-drill-6411>
Diakses 1 Desember 2012

<http://www.jualmesinlas.com/jual-mesin-las-di-cibitung/>
Diakses 1 Desember 2012

<http://indonetwork.co.id/housetoolsbogor/3079007/mesin-gerinda-makita-9553-b.htm>
Diakses 1 Desember 2012

<http://backstagepeople.blogspot.com/2010/07/working-facilities.html> Diakses 1 Desember 2012

<http://sumberjayaabadi8.indonetwork.co.id/2416256>
Diakses pada tanggal 1 Desember 2012

<http://automega.co.id/blog/2012/10/12/kompresor-2-pk/>.
Diakses 1 Desember 2012

<http://jakarta.indonetwork.co.id/dutapertiwipetroindo/2196534/kawat-las-mwa-usa-untuk-pengelasan-maintenaent-besi-baja.htm>
Diakses 1 Desember 2012

<http://artomorocat.indonetwork.co.id/3574513>
Diakses 1 Desember 2012

<http://www.wmbarr.com/product.aspx?catid=85&prodid=105>. Diakses 1 Desember 2012

<http://3mcollision.com/products/fillers-and-glaze/hardener-activator/3m-white-cream-hardener-20058.html>
Diakses 1 Desember 2012

<http://aneka-bahan-bangunan.blogspot.com/p/mata-gerinda.html> Diakses 1 Desember 2012

<http://www.sinarabadi.com/home/index.php/shop/transac-tion/view/id/143>. Diakses 1 Desember 2012

Sirawan, Yudi. 2008. *Sistem Pemipaan*.